

論文審査の結果の要旨

氏名 賞雅 朝子

本論文は3章からなる。第1章はイントロダクションであり、ハフニウム(Hf)-タングステン(W)年代測定法の原理、W同位体や他の同位体を使った地球コアの形成、コアとマントルとの相互作用の研究例についてまとめ、本研究の目的を述べた。本論文の内容は大きく2つの研究テーマから構成されており、一つ目のテーマである地球の岩石のW同位体比に関する研究を第2章で、もう一つのテーマである多結晶フォルステライト中のW拡散についての研究を第3章で述べている。それぞれの章はイントロダクション、実験方法、分析方法、試料、結果、考察、結論からなっており、独立して新しい知見を得ている。

第2章のイントロダクションではW同位体比を用いた研究がレビューされている。W同位体比は半減期 8.9×10^6 年の消滅放射性核種 ^{182}Hf の壊変の影響が ^{182}W に現れ、Hfは親石元素、Wは親鉄元素であるため、コア形成によりHf/Wの元素分別がおこりW同位体比が変動する。W同位体比測定の過去の研究では各種の隕石試料の分析例が多く、隕石母天体の金属コア形成時期の年代が求められている。地球でもコアとマントルとの間にはW同位体比の差があり、コア-マントル相互作用の指標となりうると期待されている。また、地球形成のさいのレートベニアの影響の検出にも有効である。しかし、地球試料では分析例が極めて少なく、地球のコア-マントル相互作用検出に耐えうるデータがないことが指摘されている。そこで本研究では、地球マントルを構成しているDMM、EM-1、EM-2、HIMUなどいろいろな同位体リザーバーに対応する岩石を選定し、W同位体比を測定した。その数は7地域65岩石試料で、分析数は160に上り、このような数多い系統的なW同位体比測定は世界で始めてである。その結果、すべての試料の $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$ が、 $0.0 \pm 0.3 \epsilon$ (ϵ は、試料の $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$ を分析標準 NIST-SRM3136 の $^{182}\text{W}/^{184}\text{W}$ との偏差の1万倍で表した値) の範囲で一致することが示された。最近の地震波3次元トモグラフィーの結果によれば、コア-マントル境界からプリュームが上昇していること示されており、コア物質がプリュームと一緒に上昇しマントルに供給されている可能性はハワイの火山岩のPt同位体組成などから提

案されているが、本研究で得られた W 同位体比からはコア-マントル相互作用を示す証拠は検出できなかった。得られた W 同位体比変動の上限値をもとにコア物質の寄与の上限を計算した。地殻物質の寄与が最も少ないマントルソースである南ポリネシアの HIMU マントルソースに含まれているコア物質の上限は 0.6% と計算され、コア-マントル間の物質的な相互作用を検討する上での重要な上限値を得ることに成功した。また地球集積のさいに、W 同位体比が不均質になった可能性も否定された。

第 2 章のマントル起源物質の W 同位体比が均一であるという結果は、マントル内で W 同位体比が平衡になっている可能性をも示しているが、そのことを定量的に確認するためのマントル物質中での W の拡散定数がこれまでに測られていない。第 3 章では、マントル物質を想定したフォルステライト多結晶中の W 拡散実験が述べられている。SIMS（二次イオン質量分析）を用いて W の深さプロファイルを測定する方法で、拡散のその場観察に成功し、1300°C、大気圧下で、格子拡散係数（ $\sim 10^{-16} \text{m}^2/\text{s}$ ）と粒子拡散係数（ $\sim 10^{-10} \text{m}^2/\text{s}$ ）を測定するのに成功した。この結果は地球の年代の 46 億年間に W は 2400°C と仮定したマントル内で 40km 以下しか拡散で移動しないことを示しており、マントル物質間の W 同位体比の均一化に拡散過程は効かないことが示された。

以上述べてきたように、本研究では多種類のマントル起源物質の W 同位体比の精密測定から、コア-マントル相互作用に定量的な制約を与えることが出来、地球惑星科学に大きな貢献をすることができた。

なお、本論文の第 2 章の主要部分の中井俊一、Y. V. Sahoo、羽生毅、巽好幸と、第 2 章の一部は中井俊一との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。